

Roman Waclawowicz, Ewa Tendziagolska
Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

DŁUGOTRWALE ODDZIAŁYWANIE NAWOŻENIA ORGANICZNEGO I AZOTOWEGO NA WSKAŹNIKI STRUKTURY ROLI

Streszczenie

W polowym dwuczynnikowym doświadczeniu, założonym w latach 2002-2004 metodą split-block, badano następczy wpływ trzech form nawozów organicznych zastosowanych pod przedprzedplon (obornik, międzyplon ścierniskowy + liście buraczane + słoma, wermikompost) oraz zróżnicowanych wzrastających dawek nawożenia azotowego zastosowanego bezpośrednio w latach badań pod jęczmień ozimy (0, 45, 90, 135, 180 kg N/ha) na wybrane wskaźniki struktury gleby. Zróżnicowane nawożenie organiczne zastosowane pod przedprzedplon na ogół zwiększało współczynnik zbrylenia gleby (B) oraz średnią ważoną średnicę agregatów ($MWDa$), wpływając jednocześnie na zmniejszenie jej rozpylenia (S). Intensyfikacja nawożenia azotowego sprzyjała zmniejszeniu wskaźnika zbrylenia gleby oraz średniej ważonej średnicy agregatów, powodując zwiększenie wskaźnika rozpylenia. W trzy lata po wprowadzeniu do gleby nawozów organicznych, szczególnie obornika, stwierdzono poprawę wodoodporności agregatów glebowych. Zastosowanie nawożenia azotowego, szczególnie w wyższych dawkach, przyczyniło się do zwiększenia wskaźnika Wod. Zależność tę obserwowano jednak tylko w warstwie 10-20 cm i 20-30 cm.

Słowa kluczowe: nawożenie organiczne, dawka azotu, następcze działanie, struktura gleby, wodoodporność

Wprowadzenie

Agregacja cząstek glebowych jest procesem korzystnie wpływającym na fizyczne i chemiczne właściwości gleby. Prawidłowe warunki dla wzrostu, rozwoju i plonowania roślin uprawnych uzależnione są nie tylko od obecności agregatów, ale także od ich odporności na procesy zbrylania i rozpylania [Kordas, Zimny 1998; Rewut 1980]. Proces tworzenia stabilnej struktury agregatowej gleby jest uzależniony od wielu czynników agrotechnicznych: sposobu uprawy roli, jakości i ilości wprowadzonej do gleby substancji organicznej, czy poziomu nawożenia mineralnego [Franzluebbzers 2002; Celik,

in. 2004; Lenart, Gawrońska-Kulesza 1992; Suwara 1999]. Nawozem o korzystnych właściwościach strukturotwórczych jest obornik, ale zadania te mogą realizować także przyorywany wermikompost, słoma oraz międzyplon [Edwards 1998; Kordas, Majchrowski 2001a].

Celem przeprowadzonych badań była próba oceny następczego oddziaływania zróżnicowanych form nawożenia organicznego wprowadzonego pod buraka cukrowego w zmianowaniu burak cukrowy – pszenica jara – jęczmień ozimy oraz intensyfikacji nawożenia azotowego zastosowanego we wszystkich roślinach uprawnych na wybrane wskaźniki struktury roli.

Metodyka i materiały badawcze

Doświadczenie zostało założone jako dwuczynnikowe polowe metodą split-block na glebie średniej kompleksu pszennego dobrego w drugiej rotacji płodozmianu w latach 2002-2004. Badania przeprowadzono corocznie, zawsze w ostatnim roku zmianowania po zbiorze jęczmienia ozimego. Pod przedprzedplon (burak cukrowy) zastosowano trzy rodzaje nawozów organicznych: obornik - 30 t/ha, wermikompost wyprodukowany z obornika z udziałem dżdżownicy kompostowej - 10 t/ha, międzyplon ścierniskowy z gorczycy białej wysiany w ilości 20 kg/ha po uprzednim przyoraniu 5 t/ha słomy jęczmiennej z dodatkiem 50 kg N/ha.

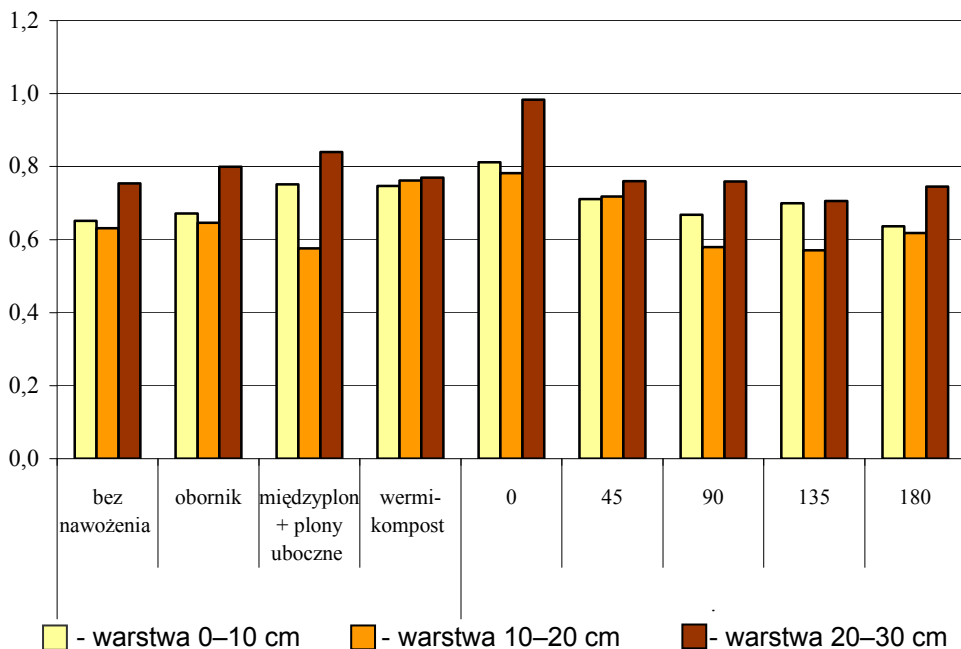
Dodatkowo na poletkach, na których wcześniej przyorano gorczycę białą, wprowadzono liście buraczane (40 t/ha) pod przedplon (pszenicę jarą), natomiast w następnym roku przed siewem jęczmienia ozimego przyorano słomę pszeną (5 t/ha) z dodatkiem 50 kg N/ha. Obiekt kontrolny stanowiła uprawa bez nawozów organicznych. W uprawie jęczmienia stosowano różną dawkę nawożenia azotowego: 0, 45, 90, 135 lub 180 kg/ha. Nawożenie fosforowo-potasowe było jednakowe dla całego doświadczenia.

Glebę do analiz pobrano po zbiorze jęczmienia ozimego z trzech warstw: 0-10, 10-20 i 20-30 cm. Pobrane z poletek próbki gleby połączone uzyskując średnie próbki obiektowe i doprowadzono je do stanu powietrznie suchego. Następnie glebę rozdzielono na zestawie sit o średnicy oczek 0,25, 0,5, 1,0, 3,0, 5,0, 7,0 i 10,0 mm. Określono wskaźnik zbrylenia (B – stosunek masy agregatów o średnicy > 10 mm w % do masy agregatów o średnicy < 10 mm w %), rozpylenia (S – stosunek masy agregatów o średnicy $< 0,25$ mm w % do masy agregatów o średnicy $> 0,25$ mm w %) oraz średnią ważoną średnicę agregatu (MWD_a). Wodoodporność agregatów glebowych oznaczono metodą separacji na mokro w aparacie Bakszejewa [Rewut 1980]. Uzyskane wyniki posłużyły do obliczenia średniej ważonej średnicy gruzełka (MWD_g) i wskaźnika wodoodporności (W_{od}).

Omówienie wyników badań i dyskusja

Udane zasiewy i wschody roślin w dużej mierze uzależnione są od stopnia zbrzylenia i rozpylenia gleby. Zbyt duży udział części pyłowych może powodować zaskorupienie się gleb, natomiast bryły i grudki utrudniają kiełkowanie roślin i ich równomierne wschody [Kordas, Zimny 1998].

W trzecim roku po zastosowaniu nawożenia organicznego we wszystkich badanych warstwach zaobserwowano na ogół wzrost wskaźnika zbrzylenia gleby (*B*) (rys. 1). W warstwie 0–10 cm najbardziej zbrzyloną okazała się gleba z poletek, na których trzy lata wcześniej wprowadzono do gleby wermikompost lub jeśli zastosowano międzyplon łącznie z corocznym przyoraniem plonów ubocznych. W warstwie środkowej najwyższy wskaźnik *B* obserwowano po zastosowaniu wermikompostu, a w najgłębszej z badanych warstw wprowadzając do gleby międzyplon z gorczycy białej, liście buraczane i słomę. Najmniej zbrzyloną glebę obserwowano na ogół w warunkach zaniechania nawożenia organicznego. Parylak, Waclawowicz [2004] oraz Kordas, Majchrowski [2001a] także stwierdzili zwiększenie zbrzylenia gleby po przyoraniu międzyplonów lub obornika.



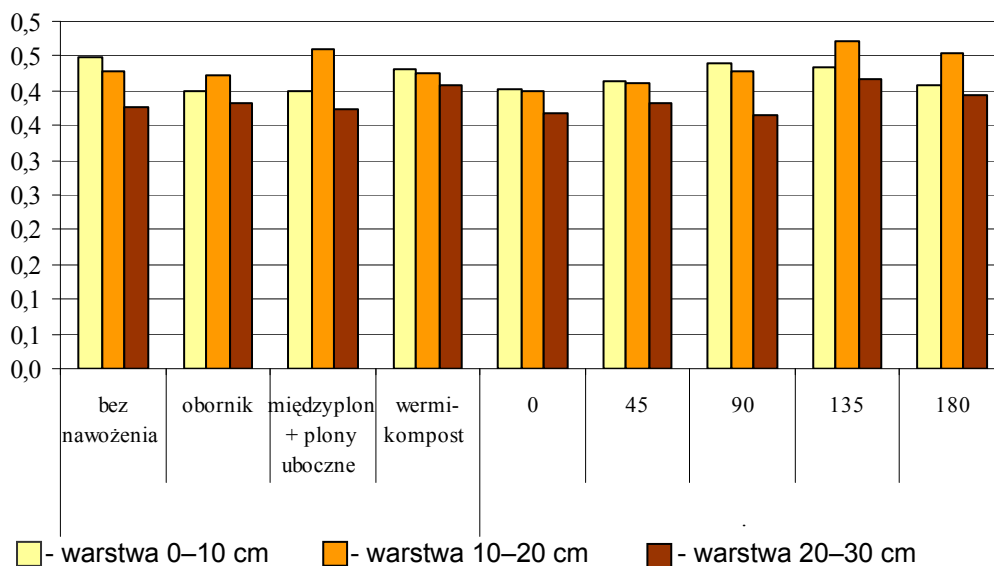
Rys. 1. Wskaźnik zbrzylenia gleby (*B*) (średnie z lat 2002-2004)

Fig. 1. Index of cloddiness of the soil (*B*) (means for years 2002-2004)

Zastosowanie każdej z badanych dawek mineralnego nawozu azotowego wpłynęło na zmniejszenie wskaźnika zbrzylenia gleby. Zależność tę obserwowano w każdej z badanych warstw. Jeśli zastosowano nawóz w dawce 180 kg

N/ha, to wskaźnik zbrzylenia gleby zmniejszył się odpowiednio o 21% w warstwie 0-10 cm i 10-20 cm oraz o 24% w warstwie 20-30 cm w stosunku do gleby nienawożonej azotem mineralnym. Również Kordas i Majchrowski [2001b] twierdzą, że intensyfikacja nawożenia N sprzyja zmniejszeniu zbrzylenia.

Nawożenie organiczne wpłynęło na ogół na obniżenie wskaźnika rozpylenia gleby (S) (rys. 2). W warstwie 0–10 cm dotyczyło to wszystkich badanych form nawozów organicznych. W warstwie 10–20 cm niewielkie obniżenie wskaźnika S obserwowano po zastosowaniu obornika, natomiast przyoranie międzyplonu i plonów ubocznych sprzyjało zwiększeniu rozpylenia gleby średnio o 7% w porównaniu z glebą nawożoną wyłącznie mineralnie. W warstwie najgłębszej na wzrost rozpylenia gleby miał wpływ tylko wermikompost (o 8%). Zastosowanie pozostałych nawozów organicznych nie wpłynęło na zmianę wskaźnika S. Kordas i Majchrowski [2001a] w swoich badaniach stwierdzili, że przyorwanie międzyplonu ścierniskowego wpływa na zmniejszenie rozpylenia gleby. Należy jednak zaznaczyć, że autorzy badali bezpośredni, a nie następczy wpływ międzyplonu na właściwości gleby.

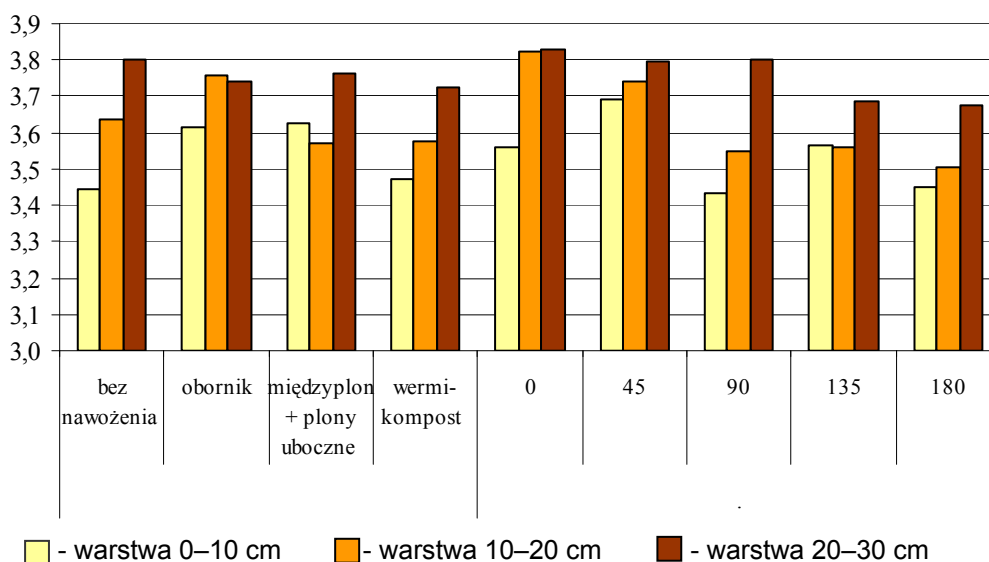


Rys. 2. Wskaźnik rozpylenia gleby (S) (średnie z lat 2002-2004)

Fig. 2. Index of misting of the soil aggregates (S) (means for years 2002-2004)

W trzecim roku po zastosowaniu nawozów organicznych w warstwie 0–10 cm obserwowano wzrost średniej ważonej średnicy agregatów (rys. 3.) Największą wartość *MWDa* (3,63) obserwowano po wprowadzeniu do gleby międzyplonów. Tylko nieco mniejszą średnicę agregatów obserwowano po przyoraniu obornika (3,61). W warstwie 10-20 cm zwiększenie średniej ważonej średnicy agregatów w porównaniu do obiektu kontrolnego obserwowano tylko po zastosowaniu obornika – odpowiednio o 3,3%.

W najgłębszej z badanych warstw wszystkie nawozy organiczne, a szczególnie wermikompost, przyczyniły się do niewielkiego zmniejszenia wskaźnika *MWDa*. Lenart i Gawrońska-Kulesza [1992] oraz Suwara [1999], oceniając właściwości fizyczne gleby w pierwszym roku po zastosowaniu nawozów organicznych, zaobserwowali wzrost średniej ważonej średnicy agregatów pod wpływem nawożenia organicznego. Intensyfikacja nawożenia azotowego na ogół przyczyniła się do systematycznego zmniejszenia wskaźnika *MWDa* we wszystkich badanych warstwach. Jedynie w warstwie najpłytszej zastosowanie najniższej z dawek azotu wpłynęło na niewielki wzrost średnicy agregatów – średnio o 3,7%.



Rys. 3. Średnia ważona średnica agregatu (*MWDa*) (średnie z lat 2002-2004)
 Fig. 3. Mean diameter of aggregates (dry) (*MWDa*) (means for years 2002-2004)

Średnia ważona średnica agregatu określona po przesianiu próbki glebowej na mokro (*MWDg*) była istotnie zróżnicowana pod wpływem wprowadzenia do gleby obornika, ale tylko w warstwie 0-10 cm (tab. 1). Nawóz ten przyczynił się do zwiększenia średnicy agregatów wodoodpornych średnio o 41% w stosunku do wartości uzyskanych z poletek nawożonych wyłącznie nawozami mineralnymi.

Trwałość struktury gleby w wyniku zastosowania obornika polepszyła się także w doświadczeniach Celika i in. [2004] oraz Suwary i in. [2005]. W badaniach własnych również przyoranie międzyplonu z plonami ubocznymi oraz wermikompostu sprzyjało zwiększeniu wskaźnika *MWDg* (odpowiednio o 12% i 3%) – zależności tej nie udowodniono jednak matematycznie. Podobnie w środkowej i najgłębszej z badanych warstw obserwowano na ogół niewielki wzrost średnicy agregatów, jednak nie był on istotny statystycznie.

Wzrastające dawki nawożenia azotowego nie wpływały jednoznacznie na wskaźnik MWDg. Największe jego wartości w warstwie 0-10 cm i 10-20 cm obserwowano po zastosowaniu 45 kg N/ha, natomiast w warstwie 20-30 cm, jeśli jęczmień ozimy nawożono 180 kg N/ha.

Tabela 1. Średnia ważona średnica agregatu (na mokro) – MWDg (średnie z lat 2002-2004)

Table 1. Weighted mean diameter of soil aggregates –wet (MWDg) (means for years 2002-2004)

Nawożenie azotowe kg N/ha	Nawożenie organiczne				
	bez nawożenia	obornik	międzyplon + plony uboczne	wermikompost	średnio
warstwa 0–10 cm					
-	0,88	1,15	0,99	0,73	0,94
45	0,84	1,12	1,15	1,17	1,07
90	0,86	0,94	0,90	0,89	0,90
135	0,76	1,27	0,88	0,83	0,94
180	0,96	1,55	0,89	0,83	1,06
Średnio	0,86	1,21	0,96	0,89	-
NIR _{0,05} dla nawożenia organicznego – 0,30 NIR _{0,05} dla nawożenia azotowego– r.n. NIR _{0,05} dla interakcji – r.n.					
warstwa 10–20 cm					
-	0,95	0,78	0,96	0,72	0,85
45	0,84	0,86	1,13	0,97	0,95
90	0,82	0,82	0,78	0,97	0,85
135	0,80	0,97	0,81	0,94	0,88
180	0,78	1,15	0,80	0,88	0,90
Średnio	0,84	0,92	0,90	0,89	-
NIR _{0,05} dla nawożenia organicznego – r.n. NIR _{0,05} dla nawożenia azotowego– r.n. NIR _{0,05} dla interakcji – r.n.					
warstwa 20–30 cm					
-	0,79	0,90	0,81	0,73	0,81
45	0,86	0,77	0,84	0,60	0,77
90	0,71	0,75	0,73	0,89	0,77
135	0,81	0,75	0,82	0,81	0,80
180	0,80	0,83	0,99	0,75	0,84
Średnio	0,79	0,80	0,84	0,76	-
NIR _{0,05} dla nawożenia organicznego – r.n. NIR _{0,05} dla nawożenia azotowego– r.n. NIR _{0,05} dla interakcji – r.n.					

Długotrwałe oddziaływanie nawożenia...

Współczynnik wodoodporności agregatów glebowych (Wod) był istotnie zróżnicowany pod wpływem zastosowanych nawozów organicznych i mineralnego nawożenia azotowego (tab. 2).

Tabela 2. Współczynnik wodoodporności agregatów glebowych (Wod) (średnie z lat 2002-2004)

Table 2. Water stability index (Wod) of soil aggregates (means for years 2002-2004)

Nawożenie azotowe kg N/ha	Nawożenie organiczne				
	bez nawożenia	obornik	międzyplon + plony uboczne	wermikompost	średnio
warstwa 0–10 cm					
-	25,2	32,9	27,5	21,7	26,8
45	24,3	30,9	30,4	31,9	29,4
90	25,6	27,3	25,9	29,6	27,1
135	22,3	29,5	25,0	23,5	25,1
180	21,9	37,5	26,5	24,4	27,6
Średnio	23,9	31,6	27,0	26,2	-
NIR _{0,05} dla nawożenia organicznego – 6,1 NIR _{0,05} dla nawożenia azotowego– r..n NIR _{0,05} dla interakcji – r.n.					
warstwa 10–20 cm					
-	24,6	21,1	25,1	19,3	22,5
45	22,2	24,0	31,7	25,7	25,9
90	22,4	20,8	22,5	28,0	23,4
135	23,8	25,0	24,5	27,3	25,1
180	25,3	30,2	26,2	28,6	27,6
Średnio	23,6	24,2	26,0	25,8	-
NIR _{0,05} dla nawożenia organicznego – r.n. NIR _{0,05} dla nawożenia azotowego– 3,2 NIR _{0,05} dla interakcji – r.n.					
warstwa 20–30 cm					
-	21,3	23,6	22,8	19,2	21,7
45	22,7	18,5	22,5	16,3	20,0
90	18,1	20,5	23,1	23,0	21,2
135	23,9	19,2	23,0	23,6	22,4
180	22,5	22,7	26,1	23,8	23,8
Średnio	21,7	20,9	23,5	21,2	-
NIR _{0,05} dla nawożenia organicznego – r.n. NIR _{0,05} dla nawożenia azotowego– 2,3 NIR _{0,05} dla interakcji – r.n.					

Po wprowadzeniu do gleby obornika współczynnik *Wod* w warstwie 0-10 cm zwiększył się istotnie o 32% w porównaniu do obserwowanego na poletkach, na których zrezygnowano z nawożenia organicznego. W niewielkim stopniu także pozostałe formy nawozów organicznych sprzyjały poprawie wodoodporności agregatów glebowych.

W warstwie 10-20 cm i 20-30 cm najbardziej wodoodporne agregaty obserwowano po wprowadzeniu do gleby międzyplonu, liści buraka cukrowego oraz słomy pszennej – nie udowodniono tego jednak statystycznie. W opinii większości autorów [Lenart, Gawrońska-Kulesza 1992; Suwara 1999], zastosowanie nawożenia organicznego wpływa na poprawę wodoodporności agregatów glebowych.

Mineralny nawóz azotowy zastosowany w uprawie jęczmienia w dawce 180 kg N/ha przyczynił się do istotnego zwiększenia wskaźnika *Wod* w warstwach 10-20 i 20-30 cm. W porównaniu z poletkami nienawożonymi azotem mineralnym wzrost ten wyniósł odpowiednio 23 i 10%. Pozostałe dawki N na ogół wpływały na niewielkie polepszenie wodoodporności agregatów na rozmywające działanie wody, jedynie w warstwie najpłytszej zastosowanie 135 kg N/ha, a w warstwie najgłębszej użycie 45 kg lub 90 kg N/ha przyczyniło się do niewielkiego obniżenia wartości współczynnika *Wod*.

Wnioski

Zróżnicowane nawożenie organiczne zastosowane pod przedprzedplon na ogół zwiększało współczynnik zbrylenia gleby (*B*) wpływając jednocześnie na zmniejszenie jej rozpylenia (*S*). Nawozy te, a szczególnie międzyplon ścierniskowy przyorany wraz z plonami ubocznymi przyczyniły się do wzrostu średniej ważonej średnicy agregatów (*MWDa*) w warstwie 0-10 cm, odwrotnie zależności obserwowano w głębszych warstwach gleby.

Intensyfikacja nawożenia azotowego sprzyjała zmniejszeniu wskaźnika zbrylenia gleby oraz średniej ważonej średnicy agregatów, powodując zwiększenie wskaźnika rozpylenia.

W trzy lata po wprowadzeniu do gleby nawozów organicznych, szczególnie obornika, stwierdzono poprawę wodoodporności agregatów glebowych. Dostarczenie do gleby substancji organicznej oddziaływało także na wzrost średniej ważonej średnicy agregatów określonej na mokro.

Zastosowanie nawożenia azotowego szczególnie w wyższych dawkach sprzyjało zwiększeniu wodoodporności agregatów na rozmywające działanie wody. Zależność tę obserwowano jednak tylko w warstwie 10-20 cm i 20-30 cm.

Bibliografia

- Celik I., Ortas I., Kilic S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil Till. Res.* 78(1): 59-67
- Edwards C. A. 1998. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. W: *Earthworm ecology*. Edwards (ed.). CRC Press LLC: 327-354
- Franzluebbers A.J. 2002. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. *Soil Till. Res.*, 66: 97-205
- Kordas L., Majchrowski P. 2001a. Wpływ międzyplonu ścierniskowego i głęboszowania w uprawie buraka cukrowego na wskaźniki struktury gleby średniej. *Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Rol.*, 80: 145-152
- Kordas L., Majchrowski P. 2001b. Wpływ nawożenia azotowego w różnych systemach uprawy buraka cukrowego na wybrane wskaźniki struktury gleby średniej. *Folia Univ. Agric. Stetin., Agricult.* 88: 97-102
- Kordas L., Zimny L. 1998. Wpływ międzyplonów ścierniskowych stosowanych w systemie siewu bezpośredniego na strukturę roli, *Frag. Agron.* 4B: 313-319
- Lenart S., Gawrońska-Kulesza A. 1992. Rola wieloletniego nawożenia w kształtowaniu struktury gruzelkowej gleby. *Materiały konf. nauk. nt. Nawozy organiczne. AR Szczecin*, 2: 30-34
- Parylak D., Waclawowicz R. 2004. Wpływ nawożenia organicznego w trzecim roku po zastosowaniu oraz dawek azotu na wskaźniki struktury gleby średniej. *Roczniki Gleboznawstwa* 55, 1: 193-201
- Rewut I. B. 1980. *Fizyka gleby*. PWRiL Warszawa, s. 384
- Suwara I. 1999. Rola systemów nawożenia w kształtowaniu niektórych właściwości fizycznych gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 465: 419-426
- Suwara I., Gawrońska-Kulesza A., Korc M. 2005. Wpływ systemów nawożenia na kształtowanie się wybranych właściwości fizycznych gleby lekkiej. *Fragm. Agron.*, 1(85): 290-297